



UNIVERSITAT^{DE}
BARCELONA

Facultat d'Economia
i Empresa

UN NOU PARADIGMA INDUSTRIAL: LA INDÚSTRIA 4.0

Autor: Sergi Almansa Rosado

Tutora: Montserrat Termes Rifé

Grau d'Economia

RESUM

La pandèmia de la Covid-19 ha posat de manifest la dependència productiva que tenen els països occidentals amb la Xina, ja que a mesura que el virus es va anar estenent pel món, s'observava al mateix temps com davant la manca d'una indústria pròpia que produís el material protector sanitari, els països europeus i anglosaxons es veient abocats a la compra massiva de EPI's, mascaretes o PCR's produïts pel gegant asiàtic. Aquesta alta dependència reforça la necessitat de promoure la Indústria 4.0, un nou paradigma productiu enfocat en els països desenvolupats i basat en els avenços de la quarta revolució industrial. Aquest Treball de Fi de Grau és un anàlisi a tres nivells sobre aquest nou concepte, en el primer nivell s'analitza la Indústria 4.0 des de la perspectiva teòrica, en el segon des de la perspectiva territorial i, en el tercer, s'analitza des de la perspectiva empresarial a través de l'anàlisi d'una empresa industrial catalana.

Paraules claus

Indústria 4.0, tecnologies facilitadores, fabricació additiva, big data, Internet de les coses

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic has highlighted the productive dependence of Western countries with China, because as the virus spread around the world, it was observed at the same time how in the face of the lack of a own industry that produced the sanitary protective material, the European and Anglo-Saxon countries were doomed to the massive purchase of PPE's, masks or PCR's produced by the Asian giant. This high dependence intensifies the need to promote Industry 4.0, a new productive paradigm focused on developed countries and based on the advances of the fourth industrial revolution. This Final Degree Project is a three-level analysis on this new concept, in the first level Industry 4.0 is analysed theoretically, in the second territorially and in the third, it is analysed on a business perspective through the analysis of a Catalan industrial company.

Keywords

Industry 4.0, key enabling technologies, additive manufacturing, big data, Internet of Things

ÍNDEX

I. INTRODUCCIÓ.....	3
II. QUÈ ÉS LA INDÚSTRIA 4.0?.....	4
1. Definició i origen.....	4
2. Tecnologies facilitadores.....	6
3. Reptes.....	8
4. La indústria 4.0 com a solució pels grans reptes del sector industrial.....	11
4.1. Digitalització.....	11
4.2. Transició ecològica.....	12
III. LA INDÚSTRIA 4.0 A CATALUNYA.....	14
1. El context industrial català en l'actualitat.....	14
2. Mesures aplicades pels agents econòmics en l'àmbit de la indústria 4.0.....	17
2.1. Mesures públiques.....	18
2.2. Mesures publicoprivades.....	19
2.3. Mesures privades.....	23
IV. SUCADE SL: EXEMPLE D'UNA EMPRESA AMB ESTRATÈGIA 4.0.....	25
1. Presentació i dades de la empresa.....	25
2. Diversificació comercial i procés de modernització.....	25
3. Problemàtiques.....	28
4. Condicions d'èxit.....	29
5. Resultats.....	30
5.1. Resultats tècnics.....	30
5.2. Resultats quantitatius.....	31
5.3. Resultats qualitius.....	31
V. CONCLUSIONS.....	33
IV. BIBLIOGRAFIA I FONTS.....	34

I. INTRODUCCIÓ

Cap activitat productiva reflexa millor la bona salut econòmica d'un país com la indústria. És, entre altres aspectes, el sector on les seves exportacions tenen un valor afegit més alt, on l'ocupació presenta els índexs de temporalitat més baixos i on la importància del capital humà es mostra com un factor clau per a la competitivitat de les empreses. Davant d'aquest fet i el deteriorament que suposa la deslocalització per a l'exportació, les condicions laborals o la innovació productiva, sorgeix la Indústria 4.0 com a resposta a la desindustrialització dels vells països industrials.

Les hipòtesis del treball són comprovar si la Indústria 4.0 és una de les mesures claus per potenciar la transició ecològica, així com confirmar si l'adopció de les tecnologies pròpies d'aquesta quarta revolució industrial generen un impacte positiu suficientment important en la cadena de valor d'una empresa com per compensar l'alta inversió inicial.

Pel que fa als objectius del treball, es pretén fer una descripció exhaustiva de la indústria 4.0, analitzar la situació actual del sistema secundari català i veure quines mesures públiques i privades s'estan impulsant en l'àmbit de la Indústria 4.0 i analitzar una empresa industrial catalana que ha adoptat algunes de les tecnologies i característiques pròpies d'aquest nou paradigma industrial.

Per a la realització d'aquest treball s'ha optat per la metodologia pròpia dels treballs de recerca, és a dir, recerca de la literatura necessària, amb la bibliografia i webgrafia dels capítols II i III del treball i per l'aplicació de l'estudi de cas amb els testimonis orals dels responsables corporatius i tècnics de l'empresa SUCADE SL i la visita a les seves instal·lacions pel capítol IV. Posteriorment s'ha treballat aquesta informació per donar resposta a les hipòtesis del treball.

Amb la intenció de tractar el tema de recerca des d'un enfoc general a un enfocament cada cop més específic, el treball s'estructura en tres blocs: el primer bloc s'endinsa en la Indústria 4.0 en un sentit ampli, on es tracten aspectes com l'origen del concepte, quines tecnologies estan relacionades amb aquesta revolució o quines conseqüències positives i negatives té aquest nou paradigma. En el segon, s'acota territorialment el tema analitzant la situació actual del sector secundari català, on no només es destaquen quins són els trets característics de la indústria del nostre país, sinó que també es tracten les diferents dinàmiques que està vivint, en aquest apartat també s'exposen quines mesures han posat en marxa els diferents agents econòmics catalans en matèria d'Indústria 4.0. Finalment, en el tercer bloc s'analitza de forma detallada una empresa industrial catalana que en els últims anys ha invertit en tecnologies i plantejaments de la quarta revolució industrial com a estratègia per millorar la seva situació relativa i poder competir millor amb les manufactures produïdes als països emergents.

II. QUÈ ÉS LA INDÚSTRIA 4.0?

En els últims 40 anys s'ha vist com el sector secundari ha anat perdent paulatinament el pes que tenia sobre la producció agregada i l'ocupació en les economies dels països occidentals. La globalització va facilitar la creació d'un model de producció industrial basat en la competitivitat via preus, on els vells països industrials van veure com les seves fàbriques van ser deslocalitzades als països emergents gràcies als baixos costos dels seus factors productius i les seves legislacions mediambientals laxes. Les conseqüències negatives d'aquesta gradual desindustrialització s'han pogut veure tant a través de la crisi financera del 2008 com de la que estem vivint actualment provocada per la pandèmia de la Covid-19, ja que l'impacte d'aquests xocs ha sigut més dur i més prolongat en el temps en els països occidentals amb les economies menys diversificades i el teixit industrial més feble. Davant d'aquest problema, la Indústria 4.0 es presenta com una de les grans solucions de les que disposen els països del Primer Món.

En els següents apartats s'aniran descrivint els aspectes més importants de la Indústria 4.0 per tal d'introduir al lector en la matèria.

1. Definició i origen

La indústria 4.0 és un nou paradigma en l'organització industrial global. Es basa en la introducció de les innovacions tècniques, energètiques i organitzatives pròpies de la quarta revolució industrial com les impressores 3D, l'energia eòlica i la digitalització, amb l'objectiu d'implementar un sistema productiu totalment informatitzat i on tots els seus processos estiguin interconnectats entre ells, a través de les IOT (Internet de les Coses).

El concepte de indústria 4.0 va ser utilitzat per primer cop l'any 2011 a la Fira de Tecnologia Industrial de Hannover amb l'objectiu de fer front als grans avenços que en matèria industrial estaven fent els països emergents i que al no poder competir amb ells via costos de producció, proposava superar-los en tecnologia industrial i R+D+i, a través de processos de fabricació flexibles i de gran qualitat.

Les empreses i organitzacions que implementen la indústria 4.0 segueixen els següents principis de disseny:

- **Decisions descentralitzades:** Els sistemes ciber-físics han de ser capaços de decidir per si mateixos i realitzar les seves tasques de la forma més autònoma possible.
- **Connectivitat:** Tot els processos, màquines i membres de l'empresa han d'estar connectats per tal de facilitar el trànsit d'informació amb l'objectiu d'augmentar la productivitat i millorar el funcionament de l'empresa, així com solucionar ràpidament els desafiaments als que s'enfronta l'empresa, per això les IOT juguen un paper tan important.
- **Assistència tècnica:** Els sistemes ciber-físics han d'oferir suport i col·laboració als humans en totes aquelles tasques perilloses i, per una altra banda, han d'oferir una ajuda que sigui capaç

d'afegir informació visual intel·ligible per a l'ésser humà de forma que pugui avançar-se als possibles problemes i/o resoldre'ls de la forma més eficient.

- **Transparència informativa:** Els sistemes d'informació han de ser capaços de crear una copia virtual del món físic que els envolta per mitjà de dades recopilades a través dels seus sensors i altres dispositius connectats al seu sistema.

- **Competitivitat via qualitat:** Les empreses que aposten per les innovacions 4.0 volen establir una política de diferenciació amb els competidors basada en l'alt valor afegit dels seus productes, el capital humà dels seus treballadors i les inversions en I+D+i.

Les empreses que segueixin aquests principis de disseny i inverteixin en la implementació de les tecnologies facilitadores (veure apartat 2), aconseguiran complir gran part dels objectius de la indústria 4.0, que es presenten a continuació:¹

Monotorització de màquines i processos: Dotar a les màquines de sensors per a que donin informació sobre el seu funcionament per tal de poder implementar manteniments preventius i proactius.

Customització massiva o fabricació personalitzada: Tenir la capacitat de manufacturar productes únics i diferents per a cada usuari, aconseguint així la flexibilitat productiva.

Servitització: Oferir al client serveis tècnics relacionats amb el producte que se li ha venut, aconseguint així fidelitzar al client i aconseguir ingressos addicionals.

Traçabilitat: Poder donar al client tota la informació relacionada amb el producte que està adquirint, des de quines característiques té el material del que està fet fins a les condicions d'emmagatzematge, passant pels processos de fabricació i muntatge del producte.

Millorar les condicions laborals: A través de la minimització del risc de patir accidents laborals, tenir un entorn que automàticament reguli aspectes com el soroll o la temperatura de la fàbrica o l'ús d'exoesquelets per manipular càrregues pesants.

Avançar cap a la *Smart factory*: Aconseguir que els centres productius tinguin un nivell de connectivitat total a temps real, tant a nivell tècnic (màquines-operaris-dispositius) com a nivell organitzatiu (amb tots els departaments entre ells i amb proveïdors i clients). En les *smart factories*, els processos de fabricació tenen la capacitat d'adaptar-se de forma continua i immediata segons les tasques que s'hagin de realitzar.

Des del punt de vista empresarial, la implementació de la indústria 4.0 genera una sèrie de millores en tres àmbits. Primerament, en el procés productiu es produirà un augment de l'eficiència i de la flexibilitat gràcies a l'optimització de recursos, a la reducció dels costos i dels terminis i a la personalització dels productes. En segon lloc, els productes milloraran les seves

¹ Els objectius 4.0 de fabricació zero defectes, logística 4.0 i optimització del consum energètic no s'exposen aquí, ja que s'explicaran en l'apartat 4 del present capítol.

prestacions i apareixeran de nous. I, per últim, l'impacte de la indústria 4.0 en el model de negoci es veurà en la concepció de nous models de negoci (R.Blanco, 2017).

2. Tecnologies facilitadores

Les *KET*² o tecnologies facilitadores són aquelles tecnologies que estan ajudant a complir dels objectius de la indústria 4.0, afavorint així la transformació digital dels negocis. Cal anotar que encara que siguin tecnologies 4.0, no significa que totes siguin estrictament necessàries pels processos de fabricació, ja que això dependrà del nivell d'utilitat que poden tenir segons la branca industrial on s'actua, la dimensió de la pròpia empresa o el nivell formatiu de la plantilla.

Les KET no només són utilitzades en la producció industrial, sinó que també es comencen a implantar en altres àmbits com l'urbanisme (*smart cities*), l'agricultura o la salut.

Encara que hi ha una àmplia gamma de tecnologies facilitadores que es poden incorporar en tots els àmbits de la producció industrial, en aquest treball ens fixarem en les 8 tecnologies facilitadores més importants.

*Fabricació additiva o impressió 3D: És el disseny d'objectes amb arxius d'impressió 3D i la seva posterior fabricació a través de l'addició de capes d'un determinat material. Existeixen diferents tipus de fabricació additiva, que es distingeixen segons quins materials utilitzen per a la fabricació dels objectes i quin és el mètode per unir i compactar aquests materials.

La principal avantatge de la fabricació additiva respecte la mecanització és que dona la possibilitat de poder elaborar components amb formes molt complexes, més lleugeres i en una sola unitat, reduint així els terminis de producció. També permet augmentar l'aprofitament dels materials, ja que únicament utilitza la quantitat necessària.

La fabricació additiva no només s'utilitza per la fabricació de peces funcionals, sinó també per produir motlles i prototips, donant així a les empreses l'oportunitat de poder oferir un servei de prototipatge.

*Realitat augmentada i virtual: Els dos tipus de realitat s'utilitzen en l'àmbit de la indústria per formar de forma segura als treballadors en l'ús i manteniment de les màquines però també en la realització de simulacres de situacions d'emergència.

La realitat augmentada consisteix en una gamma de capes d'informació que es superposen a la imatge real que estem veient. La realitat augmentada pot donar la informació addicional per geocalització (a través de GPS) o per marcadors, que són imatges sobre les quals es sobreposa informació.

En canvi, la realitat virtual és la recreació virtual d'un entorn. Segons el grau d'immersió de l'usuari en la realitat virtual, es parla de realitat virtual immersiva (a través de cascs i visors) o de realitat visual no immersiva (a través de pantalles d'ordinadors, tauletes o *smartphones*).

² *KET: Key enabling technologies.*

*Cloud computing: La computació en núvol és un conjunt de tecnologies que permeten de forma emmagatzemar arxius i processar dades de forma remota a través d'Internet. Aquesta tecnologia facilitadora permet l'accés i ús de diferents tipus de programes sense la necessitat d'haver-los d'instal·lar als nostres ordinadors (Gmail, Google Drive) i des de qualsevol part del món, ja que tota la informació que es gestiona està guardada de forma segura en servidors remots.

*Robòtica industrial: Els robots industrials convencionals s'han utilitzat principalment en tasques d'empaquetament, processos de fabricació per injecció, tasques siderúrgiques, processos de muntatge i desmuntatge o controls de qualitat, és a dir en tasques molt repetitives i que requereixen un cert nivell de precisió. Però en l'àmbit de la indústria 4.0, han aparegut els anomenats cobots, robots industrials creats per interactuar físicament amb els operaris humans en un mateix espai de treball (fàbrica, quiròfan, etc.) gràcies als sensors que porta incorporats i que li permeten interpretar els desitjos de la persona i coordinar-se amb ella.

La principal avantatge dels cobots respecte els robots industrials convencionals són les seves reduïdes dimensions i el fet de funcionar amb bateries elèctriques, facilitant així la seva portabilitat i sense tenir la necessitat d'estar connectat a la xarxa elèctrica.

A diferència dels robots actuals, els cobots del futur podran dedicar-se a la producció de sèries curtes amb un elevat grau de personalització, complint així l'objectiu 4.0 de la customització.

*Big data: És la recol·lecció, gestió i anàlisi a alta velocitat de grans i dinàmics volums de dades generades per les màquines i els usuaris (clients, treballadors, etc.) que a causa del seu gran volum, no poden ser processades amb els *softwares* convencionals sinó que s'han de gestionar amb tècniques més modernes. Una bona gestió de les dades captades pot permetre a una empresa millorar competitivament i optimitzar els seus costos de fabricació i comercialització.

El *big data* és una eina vital per poder assolir l'objectiu 4.0 de la servitització, ja que a partir de les dades recollides d'un producte venut, pot oferir al client una sèrie de serveis amb l'objectiu de fidelitzar-lo i guanyar quota de mercat. Però també s'utilitza per implementar estratègies de manteniment predictiu i proactiu per augmentar la vida útil de la maquinària o per augmentar la seguretat laboral, a través de *wearables*³ que permeten saber en tot moment on està un operari i si aquest té algun tipus d'accident.

*IOT (Internet of Things): El Internet de les coses són tots aquells dispositius amb la capacitat de captar i generar informació del seu entorn i enviar-la sense cables a temps real i sense intervenció humana, establint una connectivitat i interacció amb els controladors centrals però també entre ells. Dintre de l'àmbit de les IOT, s'ha de diferenciar entre els entorns de tecnologies de la informació (IT) i els entorns de tecnologies d'operació (OT), els primers estan formats per ordinadors i servidors mentre que els segons estan formats per sensors i dispositius SCADA⁴.

³ *Wearables*: Dispositiu vestible que marca en temps real la posició d'un operari a la fàbrica.

⁴ SCADA: Sigles de *Supervisory Control and Data Acquisition*.

En l'àmbit industrial, es sol parlar més de IIOT (Industrial Internet of Things) ja que està orientat en la monitorització de la informació provinent de les màquines i els processos de fabricació industrials.

En la indústria 4.0, els dispositius IOT són els sensors, els *beacons*⁵, els sistemes SCADA, els comptadors intel·ligents o les càmeres de videovigilància. A través de la seva connectivitat via Bluetooth, WIFI, GPS o 4G (5G en el futur) capten informació sobre les condicions fisicoquímiques en les que es troben les màquines per saber si aquestes es troben o no en situacions crítiques que puguin desembocar en un avaria.

***Intel·ligència artificial:** La intel·ligència artificial (IA) és la combinació d'algoritmes plantejats amb el propòsit de crear màquines que presentin capacitats semblants a les de l'ésser humà. En l'àmbit de la indústria 4.0 s'utilitza per la creació de sistemes de suport a la presa de decisions, sistemes de diagnosi, mecanismes de control automàtic o robòtica industrial.

El tipus d'intel·ligència artificial més important és el *machine learning*, que permet que les màquines aprenguin sense ser expressament programades per a aquest propòsit, una habilitat clau per fer sistemes que no només siguin intel·ligents, sinó també autònoms i capaços d'identificar patrons entre les dades per fer prediccions.

En l'actualitat, la immediatesa de les tecnologies web i la l'oferta de dispositius mòbils amb major capacitat ha impulsat encara més la intel·ligència artificial, convertint-se en un poderós mecanisme per crear sistemes que redueixin la dificultat de trobar i utilitzar informació o aplicacions en xarxa, o fins i tot ser la base per crear noves aplicacions i productes d'èxit, com per exemple els assistents virtuals Siri o Alexa o els vehicles de conducció autònoma.

***Drons:** Un dron és tot aquell aparell no tripulat que té la capacitat de volar, navegar, bussejar o desplaçar-se per la superfície terrestre i que es controla de forma remota. Els drons més famosos són els VANT (vehicles aeris no tripulats) que poden volar amb un sistema d'ales fixes o amb multirrotors.

Inicialment, l'ús dels drons era estrictament militar, però en l'àmbit de la indústria 4.0 els drons s'utilitzen per captar informació sobre estructures de plantes producció de difícil accés, per localitzar estocs de material i sobretot, en aspectes relacionats amb la logística.

3. Reptes

La transició cap a la indústria 4.0 i la seva adaptació a l'economia global va associat a una sèrie de reptes que si no s'afronten de manera correcte, poden provocar que els efectes positius que pot generar aquesta quarta revolució industrial a l'economia, la societat i el medi ambient es vegin limitats o, fins i tot, que provoquin un empitjorament de les condicions de vida de gran

⁵ *Beacons*: Petits aparells que utilitzen xarxes WIFI o GPS per transmetre informació.

part de la població. En aquest apartat s'exposarà quins són aquests reptes i com s'han d'encarar per solucionar-los.

***Ciber-seguretat:** La digitalització dels processos productius i organitzatius generen grans avantatges competitius a les empreses però tenen una contrapartida negativa, el risc de patir atacs informàtics degut a la necessitat d'aquestes empreses d'introduir sistemes *open source*⁶ per poder adequar-se a la transformació digital.

Les principals formes d'atacs informàtics són, a part dels famosos virus, les fallades de seguretat dels sistemes informàtics, els *malware*⁷, els *ransomware*⁸, el *phishing*⁹, el robatori de dades personals o la suplantació d'identitat. L'aparició constant de nous i cada cop més complexos atacs posa en relleu la importància de la ciber-seguretat per evitar, o almenys minimitzar, que aquests atacs puguin causar greus perjudicis a les empreses. Aquests poden ser tant tècnics (interrupció o pèrdua de control de la producció l'empresa, reducció de la productivitat, etc.) com econòmics (danys d'imatge, caigudes de facturació i del valor borsari, desaparició de comptes bancaris) que poden acabar provocant la desaparició de l'empresa.

Davant d'aquesta situació, els experts en la matèria proposen el foment de la formació i conscienciació entre la societat sobre la importància de la ciber-seguretat, disminuint així el mal ús de les tecnologies que fan els usuaris, sent aquesta la causa que genera el 80-90% dels atacs informàtics. També recomanen la implementació no només de sistemes antivirus sinó també mesures com la segmentació de les xarxes per limitar l'abast d'un atac, l'ús de la intel·ligència artificial per accedir als sistemes informàtics de l'empresa o la contractació de hackers ètics.

***Compliment de normatives:** El caràcter disruptiu de moltes de les innovacions de la quarta revolució industrial provoquen xocs entre aquestes innovacions i els marcs legals dels països, fet que limita l'àmbit d'actuació d'aquestes, com en el cas dels drons o els vehicles autònoms. Per solucionar aquests conflictes legals i treure les innovacions de possibles situacions de alegalitat s'ha de fomentar la regulació tecnològica per optimitzar al màxim la utilitat de les tecnologies facilitadores.

***Atur tecnològic:** Encara que hi ha un debat entre els que creuen l'automatització dels llocs de treball provocarà un augment considerable de l'atur estructural i els que consideren que l'augment de la productivitat aconseguida amb l'automatització generarà ocupació com va passar amb les anteriors revolucions industrials, s'ha de reconèixer que les innovacions tecnològiques redefiniran moltes de les professions convencionals.

⁶ *Open source:* Són softwares dissenyats per a que siguin accessibles al públic.

⁷ *Malware:* Programa informàtic que té per objectiu crear un mal funcionament en el dispositiu.

⁸ *Ransomware:* Programa informàtic que infecta un sistema, impedit a l'usuari l'accés a part d'aquest sistema.

⁹ *Phishing:* Tècnica basada en la suplementació d'identitat i el correu electrònic amb l'objectiu de robar dades personals o comptes

El primer àmbit passa per formar als treballadors actius en els plantejaments i tecnologies de la indústria 4.0, incentivant la seva capacitat d'adaptar-se a processos i tecnologies canviants.

El segon àmbit és l'adaptació dels graus universitaris a les noves necessitats del mercat laboral i fomentar l'estudi de graus universitaris i cicles formatius que estiguin relacionats amb la indústria 4.0 per cobrir la demanda de personal qualificat que es preveu en els pròxims anys, tant per causes estructurals (jubilacions) com per l'aparició de noves oportunitats laborals generades per les innovacions.

El tercer àmbit ha de ser la reconversió professional de les persones que perdin la seva feina com a conseqüència de l'automatització, formant-les en nous oficis que apareixeran amb el canvi de paradigma.

***Protecció de dades:** La importància de les dades en el marc de la indústria 4.0 ha fet que aquestes comencin a tenir un valor monetari considerable, sobretot per les empreses tecnològiques que poden vendre-les a empreses d'altres sectors. Per limitar aquest tràfic sense permís dels usuaris informàtics, els governs estan començant a implementar reglaments de protecció de dades d'obligat compliment entre les empreses i amb mecanismes sancionadors, que estableixen que els usuaris han de consentir que s'utilitzin les seves dades amb fins comercials.

***Costos econòmics:** L'adaptació dels models de negoci als plantejaments que proposa la indústria 4.0 és un procés que requereix una forta inversió inicial i que s'amortitza a mig-llarg termini, provocant que la majoria d'empreses no tinguin la capacitat financera per posar en marxa aquest tipus de projectes. Les mesures que poden facilitar la transició de totes les empreses cap a la indústria 4.0 passen per crear un marc que faciliti l'inici cap a l'optimització dels seus processos de forma gradual, incentivar la fusió empresarial i l'establiment d'eines de finançament, tant públiques com privades, per dotar a les empreses amb menys recursos la capacitat per impulsar el canvi.

***Obsolescència programada:** Un altre dels grans reptes de la indústria 4.0 és l'abandonament de l'obsolescència programada com a estratègia per augmentar les vendes, ja que aquest concepte pot provocar que un producte tecnològic sigui víctima d'atacs informàtics, generant així un enorme greuge al client. Per això, els fabricants de hardware i software hauran de garantir una vida útil pels dispositius i preservar la seva seguretat.

***Propietat industrial:** Encara que la innovació tecnològica i la inversió en I+D+i són vitals en l'àmbit de la indústria 4.0 degut a la seva funció de palanca de desenvolupament de nous productes i serveis associats, cal dir que és una estratègia costosa en diners i material. Per compensar aquesta inversió i evitar que es produeixin còpies de tercers, és important que es fomenti l'ús dels diferents formats de propietat industrial (patents, models d'utilitat, marques).

4. La indústria 4.0 com a solució pels grans reptes del sector industrial

Els sectors industrials tenen dos grans reptes a resoldre en els pròxims anys, el primer és la digitalització dels negocis, mentre que el segon és l'adaptació del procés productiu als estàndards i normes mediambientals que tant els governs nacionals com les entitats supranacionals van establint progressivament per lluitar contra la crisi climàtica.

En aquest apartat s'exposarà com les innovacions de la indústria 4.0 poden ajudar a complir aquests reptes.

4.1. Digitalització

Encara que la digitalització dels processos interns dels negocis sigui un dels plantejaments de la quarta revolució industrial més fàcil d'assolir per les empreses i és una dinàmica organitzativa que s'està implementant a totes les empreses independentment del sector econòmic on es desenvolupin, el fet que la indústria sigui el sector amb major grau d'obertura al mercat exterior i el que té més empreses que aposten pel creixement intensiu, provoca que aquesta dinàmica passi a ser una obligació si una empresa industrial vol seguir competint en la seva branca amb igualtat de condicions que la resta dels seus competidors.

La digitalització de les empreses industrials ha de ser considerada com una innovació en el model del negoci, per això sempre de ser aplicada equilibrant la introducció d'innovacions digitals en el procés de fabricació amb la introducció d'innovacions digitals en els processos de gestió (facturació, administració) el que implica la modificació dels processos interns actuals de les empreses.

Una de les principals avantatges de la digitalització és que la seva aplicació sempre tindrà un impacte positiu, tant si s'aplica amb objectius reparadors en departaments que estiguin fortament congestionats per la càrrega de treball o que no estiguin oferint un servei que compleixi amb les expectatives del client, com si s'aplica en segments que destaquen pel seu dinamisme (Pajares, 2016).

Les principals tecnologies 4.0 que poden afavorir la digitalització dels processos interns d'una empresa són:

Cloud computing: Per a l'emmagatzematge de qualsevol tipus de document relacionat amb l'empresa.

Softwares: Programes informàtics que faciliten les tasques de facturació, gestió d'estocs, comptabilitat o anàlisi de les finances empresarials (Excel, SAP).

Pàgines web d'e-commerce i xarxes socials: Per incentivar les compres online i la visibilitat de l'empresa (marketing digital).

Tecnologies TIC i IOT: Aplicacions mòbils per monitoritzar l'atenció al client, les jornades laborals dels treballadors o el compliment de les obligacions fiscals.

Etiquetes intel·ligents: Per donar informació sobre les condicions i l'estat dels productes de l'empresa.

Tot i que la inversió inicial per digitalitzar un negoci pot ser elevada, a llarg termini aquestes innovacions fan que l'empresa redueixi certs costos (per exemple material d'oficina) i obtingui guanys de productivitat, ja que els processos es duen a terme més ràpidament i la possibilitat de l'error humà desapareix o queda molt limitat. Aquests guanys permetran que l'empresa pugui simplificar-se, dotant-la de la capacitat per obrir nous models de negoci.

4.2. Transició ecològica

Davant del fet que la producció industrial i la seva logística representen respectivament el 40% i el 10% de les emissions globals de diòxid de carboni derivades de la combustió de combustible (BCG, 2020), sembla clar que les empreses industrials han de començar a aplicar canvis dràstics per canviar totalment aquesta situació, no només per complir l'objectiu mediambiental de l'Acord de París de limitar l'escalfament global a un màxim d'1,5° C, sinó també per evitar el greuge econòmic que els hi pot suposar al seu rendiment econòmic haver de fer front a sancions o pagament d'impostos per no complir les regulacions d'emissions, cada cop més estrictes. Tot i que la pandèmia de la Covid-19 ha pogut canviar les prioritats globals a curt termini (sortir de la crisi econòmica, erradicar la malaltia, desenvolupament de vacunes), el desafiament climàtic i la urgència de posar-hi remei continuen a l'ordre del dia.

És aquí on han de prendre importància les tecnologies facilitadores i els plantejaments de la indústria 4.0 que, juntament amb la fiscalitat verda, les energies renovables o l'economia circular, poden ser un dels pilars bàsics per lluitar contra el canvi climàtic, ja que poden facilitar la transició ecològica dotant a les mesures contra la crisi climàtica de noves eines per solucionar molts dels problemes mediambientals derivats de les dinàmiques de producció i consum actuals, sense haver de sacrificar un dels dos components de la difícil relació economia-medi ambient.

Per descarbonitzar l'economia, la indústria 4.0 pot aportar un dels seus objectius, la Logística 4.0, que a través de tecnologies facilitadores com el *big data*, el GPS, els drons o els vehicles elèctrics pretén optimitzar al màxim la distribució dels productes, trobant les rutes més ràpides, eficients i amb la menor petjada de carboni. També s'ha de tenir en compte l'ús que se li pot donar a la realitat virtual i a les tecnologies TIC en aquest àmbit, ja que permeten reduir la necessitat de realitzar constantment viatges de negocis, aconseguint així fer disminuir les emissions de CO2.

En l'àmbit de la lluita contra el malbaratament dels recursos és on la indústria 4.0 pot ser més útil, ja que els seus objectius de fabricació personalitzada i de fabricació zero defectes van encaminats cap a l'optimització dels recursos i la concepció d'una competitivitat via qualitat, amb productes més resistents i durables, sent la tecnologia més útil pel compliment d'aquests objectius la fabricació additiva, ja que minimitza els residus i els envasos.

Tot i que la mecanització i automatització de processos provoca sovint un augment del consum

elèctric d'una empresa, la optimització d'aquest consum és un objectiu comú, encara que per causes diferents, tant de la indústria 4.0 com de la transició ecològica. Per aconseguir aquest objectiu, la indústria 4.0 proposa l'ús de sistemes d'eficiència energètica i del *big data* per comparar consums energètics i tarifes per saber on s'estan produint els majors pics de consum i quan és més eficient portar a terme determinades tasques productives. També proposa l'ús de sensors que controlin la potència energètica de les màquines i automatitzar l'apagat dels equips de maquinària.

Per acabar, cal destacar que tot i la utilitat que pot tenir l'aplicació de les tecnologies 4.0 en la lluita contra el canvi climàtic, aquestes tindran un efectivitat total sempre i quan les innovacions siguin produïdes i gestionades seguint els plantejaments de l'economia circular i els estàndards mediambientals i no en els de la obsolescència programada, que l'electricitat que alimenta a totes aquestes innovacions provingui de fonts renovables i que s'aprofundeixi en la reducció de l'alt cost energètic i mediambiental que suposa la producció de les bateries dels cotxes elèctrics.

III. LA INDÚSTRIA 4.0 A CATALUNYA

Des de l'arribada de les primeres innovacions de la 1a Revolució Industrial fins a l'actualitat, Catalunya ha sigut sempre la regió més industrialitzada d'Espanya i una de les grans regions industrials del continent europeu però, com les altres regions de vella industrialització, aquesta potent indústria cada cop té menys importància en la seva economia amb la industrialització dels països emergents.

En aquest capítol es pretén analitzar quines són les dinàmiques i els trets característics propis del sector secundari català fins l'any 2019 i quina és la situació de la indústria 4.0 en el conjunt de la indústria catalana. Seguidament, es classificaran les mesures econòmiques que han aplicat en l'àmbit de la indústria 4.0 els diferents agents econòmics catalans.

1. El context industrial català en l'actualitat

La crisi industrial del 1973-1985 va comportar un abans i un després en l'economia catalana, ja que és a partir d'aquella recessió quan la indústria va deixar de ser l'activitat productiva predominant de Catalunya, obrint una etapa de constant desindustrialització i terciarització que es manté fins a dia d'avui i que degut al caràcter intensiu en capital de la indústria, sempre ha afectat més a l'ocupació industrial que a la producció manufacturera. Aquest canvi de tendència es pot veure amb l'estructura sectorial de l'ocupació a Catalunya, ja que mentre que l'any 1977 la indústria representava el 42,8% de l'ocupació i el sector serveis el 39,5%, a l'any 2015 les posicions s'havien intercanviat, sent el sector terciari el que més població ocupava (73,6%) a costa d'altres sectors com el primari, la construcció i el sector secundari, que únicament ocupava el 18,6% de la població.

Tant la desindustrialització com la terciarització s'expliquen per causes estructurals i no per causes cícliques, la primera és producte de la creixent competència internacional dels països emergents, que dintre de l'àmbit de la globalització han atret amb els seus menors costos a les fàbriques deslocalitzades, mentre que la segona s'explica per l'externalització d'activitats que al segle XX estaven integrades al sector secundari (transport, atenció telefònica, etc.), provocant així la disminució del pes real de la indústria en les estadístiques.

Els dos fenòmens s'han anat produint independentment del cicle econòmic en el que es trobava el país, ja que les deslocalitzacions de factories filials de multinacionals que estaven establertes a la regió es van donar tant a principis del segle XX en un cicle d'expansió econòmica (cas de Yamaha o Samsung), com en el cicle recessiu 2008-2014 (cas de Sharp). Tot i això, cal destacar que la desindustrialització de l'economia catalana s'intensifica en els períodes de recessió, no només traduint-se en deslocalitzacions de centres productius, sinó també en tancament d'empreses, reducció d'inversions i ajustos de plantilles.

La crisi del 2008-2014 va provocar un forta caiguda de la indústria catalana, accelerant per una banda la tendència de constant destrucció sectorial de llocs de treball que s'observava des de principis de segle i, per l'altra, fent caure el PIB industrial un 11,3% l'any 2009. En els anys

posteriors, es va poder veure una divergència total entre el comportament de la producció manufacturera i l'ocupació industrial, ja que mentre que el PIB industrial de l'any 2016 era del 20,8% i ja era superior al del 2008, l'ocupació industrial de l'any 2016 encara era un 24% inferior a la de l'any d'inici de la crisi. Pel que fa a la productivitat, en aquest període la indústria catalana va aprofitar la conjuntura per tenir un augment del 16%, passant de ser el sector econòmic on la productivitat era més baixa a ser el que presentava un nivell de valor afegit brut per ocupat més alt, el canvi de tendència es va donar gràcies als ajustos de plantilles, a l'ús més eficient de la mà d'obra i a la intensificació de la inversió per substituir treball per capital.

Per tant, es pot afirmar que la indústria catalana va tenir un doble paper durant la crisi, un paper positiu en l'àmbit de la producció i la productivitat i un de negatiu pel que fa al àmbit ocupacional, degut a que va ser el sector de l'economia catalana en el que més llocs de treball (el 46,2% del total) es van destruir durant el període 2008-2016, tenint totes les branques industrials, excepte el sector energètic, saldos negatius de contractacions.

Tot i la desindustrialització i els efectes de la crisi econòmica, la indústria catalana segueix estant al nivell de les altres grans regions industrials europees com el Ruhr o la Llombardia i la seva participació al conjunt de l'economia catalana es situa actualment entre el 19 i el 20%, i si es compta el seu efecte arrossegament, es podria inclús afirmar que aprox. el 50% de l'economia catalana depèn de la indústria.

La bona resistència que presenta la indústria catalana és gràcies a una sèrie de característiques que li atorguen una posició privilegiada.

El primer factor a destacar és que la indústria catalana té **un elevat grau de diversificació sectorial**, sobretot en l'àmbit de les indústries transformadores, i que està fortament **clusteritzada**, com a conseqüència de la creixent tendència a la desintegració vertical dels processos de fabricació. Aquestes característiques atorguen al sector secundari català una considerable solidesa davant de les crisis d'alguna branca que hagi pogut quedar enrederida tecnològicament o que tingui una crisi estructural. Tot i aquesta diversificació, cal destacar que els sectors agroalimentari, energètic, químic-farmacèutic i el de material de transport són els quatre sectors amb major pes del sector secundari català, ja que van ser els sectors que van oferir més resistència davant la crisi i són els que tenen els millors resultats en termes de facturació (junts sumen el 68,6% de la xifra de negocis de la indústria catalana), ocupació (sectors on s'han destruït menys llocs de treball) i productivitat (amb els nivells de facturació per treballador més elevats).

El segon factor que reforça a la indústria catalana és la seva **gran capacitat exportadora**, ja que el 29,1% de la producció industrial anual de l'any 2016 es va vendre a l'exterior. Aquesta capacitat s'explica principalment per la decisió que van prendre les empreses de totes les branques industrials per apostar pels mercats estrangers davant la caiguda del consum intern durant la crisi del 2008 i, en menor mesura, per la devaluació interna (abaratiment dels acomiadaments,

ajustos salarials) que es va produir durant aquells anys, ja que la devaluació no va fer baixar els preus dels productes exportats.

La tercera característica a destacar és la **bona posició en l'àmbit tecnològic** que disposa la indústria catalana, existint un equilibri entre les branques industrials de tecnologia alta o mitjana alta (transport, químic, elèctric) que representen el 47,3% del total i les branques de tecnologia baixa o mitjana baixa (alimentació, energia) que ocupen el 52,7%.

Per últim, la indústria catalana presenta un elevat grau de **multinacionalització**, ja que en diversos sectors la majoria de la producció correspon a empreses multinacionals, sent els sectors de nivell tecnològic alt els que tenen major presència estrangera. Aquest fenomen s'explica perquè en pràcticament totes les branques de la indústria catalana, les grans multinacionals han establert instal·lacions productives a Catalunya, fet que indica la capacitat que té Catalunya per atreure inversions estrangeres.

El fet que la indústria catalana sigui diversificada, exportadora, amb un considerable nivell tecnològic i que atregui inversions estrangeres crea una bona base per a que les innovacions de la indústria 4.0 es puguin establir positivament al sector secundari català.

A l'any 2017, hi havia 365 empreses a Catalunya que estaven directament relacionades amb la producció i implementació de les tecnologies facilitadores de la quarta revolució industrial amb un volum de facturació de 1.224 milions d'euros i ocupant a 23.154 treballadors (ACCIÓ, 2018). D'aquestes 365 empreses, les que estaven tenint el major protagonisme eren les filials de les multinacionals establertes a Catalunya com HP, Schneider Electric, T-Systems, Epson o General Electric.

Però la indústria 4.0 no només s'està implementant a nivell empresarial, sinó que també al voltant d'aquest sector s'està creant tot un ecosistema d'innovació i recerca tecnològica relacionat amb la indústria 4.0 i que està format per universitats (UB, UAB, UPC, UPF, UG o URV), clústers (*Packaging Cluster, Cluster Digital*), organitzacions empresarials (Foment del Treball, PIMEC) i congressos empresarials (*Mobile World Congress, Expoquímia*).

Aquest ecosistema en constant evolució està generant una sèrie de externalitats positives pel conjunt de l'economia catalana, com:

- El desenvolupament d'un potent sector TIC que a l'any 2018 comptava amb 15.757 empreses, que donava feina a 106.400 treballadors i que facturava per valor de 16.667 milions d'euros.

- La implementació progressiva de les tecnologies facilitadores de la indústria 4.0, sobretot en sectors com el de l'automoció, la construcció de maquinària, el de la salut o la logística.

- El reconeixement de Catalunya i Barcelona com un dels *hubs*¹⁰ d'innovació i centres de creació de *startups* més importants d'Europa (representant les *startups* relacionades amb la indústria 4.0 el 17%) i donant feina a 13.820 persones.

¹⁰ *Hub*: Són concentracions empresarials localitzades en una mateixa zona i on les activitats de les empreses estan relacionades, directa o indirectament, amb el sector tecnològic.

Tot i que el sector de la indústria 4.0, el de les TIC i el ecosistema que s'està creant al seu voltant tenen un creixement potencial enorme, cal destacar que es tracta només d'un petit segment de la indústria catalana que degut a les característiques estructurals dels seus sectors, la implementació de les innovacions de la quarta revolució industrial són estrictament necessàries per poder competir de forma exitosa.

La gran majoria d'empreses industrials del país o encara no han aplicat cap d'aquestes innovacions o, si ho han fet, ha sigut de forma progressiva i en una de les línies de negoci que pot tenir una empresa. Això es deu al fet que encara que factors com les noves dinàmiques de la demanda (més consciència del lloc on s'ha produït, valoració de la qualitat per sobre del preu) o els increments dels preus de les matèries primes afavoreixen a que les empreses productores de tecnologies 4.0 estiguin guanyant quota de mercat, les barreres com que el teixit empresarial estigui fonamentalment format per pimes, l'alta inversió inicial que han de fer les empreses que vulguin les noves tecnologies, la necessitat de tenir personal altament qualificat i la falta de coneixement sobre els efectes positius de la modernització provoquen que el foment de les innovacions de tecnologia 4.0 estigui en una fase inicial.

Una altra barrera que pot dificultar la transició cap a la indústria 4.0 és la preocupació entre la societat catalana de que aquestes innovacions provoquin un augment de la qualitat dels productes i de la productivitat de les empreses a canvi d'una destrucció de llocs de treball, desembocant així en un augment de l'atur estructural.

De fet, les estimacions que s'han fet al respecte conclouen que un 35% dels treballadors catalans tenen professions amb un risc elevat de poder ser automatitzades durant les properes dècades si els incentius econòmics són favorables a l'automatització. Tot i aquesta preocupant dada, cal diferenciar entre professions i tasques ja que realment són les tasques les que se s'automatitzen i no les professions. Per tant, les estimacions sobre el risc d'automatització que poden patir els treballadors catalans són més un avís per començar a replantejar una reformulació de determinades professions que no pas un perill clar d'atur tecnològic.

De fet, els resultats de l'estimació que presenta l'estudi sobre l'impacte laboral de la indústria 4.0 a Catalunya¹¹ destaquen que encara que l'automatització provocarà fins al 2030 una caiguda neta de l'ocupació d'entre el 2,2% i el 3,2% en la indústria, la manufactura i la construcció, al mateix temps farà que l'ocupació neta en el sector serveis augmenti un 2% que, al traduir-ho en xifres, demostra com l'automatització pot provocar un augment net de l'ocupació total de l'economia catalana del 0,7% fins al 2030.

2. Mesures aplicades pels agents econòmics en l'àmbit de la indústria 4.0

Les característiques pròpies de la indústria catalana fan preveure que es pugui crear un marc propici per a que les innovacions tecnològiques i productives de la quarta revolució industrial

¹¹ https://www.scipedia.com/public/Fontrodona_2018a#

tinguin un fort impacte en el conjunt del sector secundari del nostre país, augmentant així l'aportació al PIB, la productivitat i la capacitat exportadora de la indústria en el conjunt de la economia catalana.

És gràcies a aquest marc favorable, i amb l'objectiu que Catalunya no perdi el seu lloc entre les regions industrials europees de referència, que els agents econòmics catalans porten els últims anys posant en marxa diferents mesures, serveis i estratègies relacionats amb la indústria 4.0.

En aquest apartat s'exposarà quines són aquestes mesures segons de qui és la iniciativa.

2.1. Mesures públiques

A Catalunya, les mesures públiques en indústria 4.0 les dissenya i desenvolupa ACCIÓ, l'agència per la competitivitat de l'empresa, creada per la Generalitat de Catalunya i que depèn directament del Departament d'Empresa i Coneixement.

Les mesures que implementa ACCIÓ no estan enfocades exclusivament en la implementació de la fabricació additiva, sinó que també busquen fomentar la intel·ligència artificial, el *big data*, les IOT, les TIC i la digitalització. Prova d'aquesta estratègia àmplia és l'organització d'activitats i missions empresarials a fires internacionals relacionades amb tots els àmbits citats anteriorment o la creació del *Marketplace* de solucions en indústria 4.0, on 17 proveïdors tecnològics establerts a Catalunya han presentat les seves innovacions 4.0 per tal que les empreses interessades puguin contactar amb ells i establir una relació comercial o de col·laboració professional.

Quadre 1. Classificació dels 17 proveïdors tecnològics presents al Marketplace d'ACCIÓ.

SERVEI OFERT	PROVEÏDORS TECNOLÒGICS	INNOVACIONS 4.0
Assessorament per la digitalització empresarial	<i>Addlink, I3E Informàtica, IN2 Ingeniería de la información, Schumpit, TSD Consulting i Validated ID</i>	<i>Softwares científics i tècnics, big data, TIC, reconeixement facial, visió artificial, signatura electrònica</i>
Robotització dels processos productius	<i>Dexter Intralogistics i Steering Machines</i>	Robots i co-robots
Optimització dels processos de decisions	<i>Abzu</i>	Intel·ligència artificial i big data
Automatització i sensorització dels processos de control	<i>BIT Genoma, Endepro, HMS Networks, Labware, Mapex, Nearby Sensors, Pixeldreams i Protofy</i>	IOT, sensors, <i>cloud computing</i> , connectivitat, TIC, monitorització, RA i RV

Font: Elaboració pròpia.

Addicionalment, ACCIÓ ha signat acords de col·laboració amb clústers estrangers i elabora informes econòmics sobre potencials mercats per les empreses catalanes, en aquests informes

es detallen la situació macroeconòmica del país, quin vincle comercial té amb Catalunya i quins són els sectors on es presenten les millors oportunitats de negoci relacionades amb la fabricació additiva, el *big data*, la intel·ligència artificial, les IOT, les TIC o la digitalització.

Però ACCIÓ també ha desplegat iniciatives específiques tant per les innovacions més tècniques de la indústria 4.0 com per la intel·ligència artificial. Per aquestes innovacions ha desenvolupat dos serveis: un de consulta tecnològica, que assessora en el disseny i en la viabilitat dels projectes, i un altre especialitzat en la fabricació additiva.

El servei d'orientació en manufactura 3D està dirigit a empreses establertes a Catalunya que es dediquin a la producció industrial de productes que demandin solucions de fabricació additiva. El servei és diferent segons si l'empresa té experiència en l'àmbit de la manufactura 3D o no, donant èmfasi a la incorporació de les impressores 3D i a la formació del personal en cas que l'empresa no tingui experiència en el sector i, per altra banda, apostant per la internacionalització de les empreses que sí tenen experiència a través de missions comercials a les fires internacionals més importants del sector, com la *Formnext* de Frankfurt.

Pel que fa a la intel·ligència artificial, el Govern català ha destinat 10 milions d'euros a 3 anys per desplegar l'Estratègia Catalonia.AI¹², un pla estratègic que compleix els eixos estratègics que va marcar la Comissió Europea en aquest àmbit (ecosistema, R+I, talent, infraestructura i dades, adopció de la IA i ètica i societat) i que prioritza, entre d'altres, el sector sanitari, l'educació i l'agroalimentació.

2.2. Mesures publicoprivades

A diferència d'altres qüestions econòmiques, en l'àmbit de la Indústria 4.0 es pot observar una forta col·laboració publicoprivada entre ACCIÓ i les organitzacions empresarials catalanes (Foment del Treball, PIMEC, Consell General de Cambres de Catalunya), fruit d'aquesta col·laboració s'ha creat el programa ProACCIÓ 4.0, un pla estratègic que té com a objectiu potenciar i facilitar la transició del teixit industrial català cap a la indústria 4.0.

Aquest pla presenta diversos serveis que es poden classificar en dos grans àmbits:

a) Finançament: El programa ProACCIÓ 4.0 presenta quatre línies de finançament pel desenvolupament de projectes relacionats amb la indústria 4.0

Cupons a la indústria 4.0: Aquests cupons són un ajut directe destinat a pimes establertes operativament a Catalunya i amb un mínim de 4 anys de vida. La subcontractació dels serveis que ofereixen els cupons cal fer-la a través d'agents tecnològics amb el segell TECNIO (universitats, centres de recerca, etc.) o assessors acreditats per ACCIÓ. Cal destacar que tot i ser un tipus d'ajut fortament condicionat, en el període entre finals de l'any 2019 i el 15/05/2020, es van

¹² <https://web.gencat.cat/ca/actualitat/detall/Estrategia-dIntelligencia-Artificial-de-Catalunya>

notificar que 150 pimes havien rebut una dotació per valor de 2 milions d'euros en concepte d'aquests cupons. Hi ha dos tipus de títols de bescanvi:

·Cupó diagnosi indústria 4.0: És un títol amb una dotació màxima de 8.000 d'euros que es pot bescanviar per un servei de diagnòstic que permeti identificar les oportunitats de millora i un pla de transformació que posi en marxa les innovacions tècniques i organitzatives més indicades per a l'empresa beneficiària.

·Cupó implantació indústria 4.0: És un títol amb una dotació màxima de 20.000€ que es pot bescanviar per una instal·lació i testatge de les tecnologies de la indústria 4.0 més útils per a l'empresa beneficiària. També dona accés a instal·lacions d'alt nivell tecnològic.

Ajut INNOTECH: El programa INNOTECH té una dotació de 2.500.000 euros. Aquests ajuts financen entre un 25 i un 70% del cost dels projectes d'R+D durant tres anys (sempre que tinguin un cost d'entre 50.000 i 200.000 euros) desenvolupats per empreses establertes a Catalunya amb un mínim de tres anys de vida, juntament amb un desenvolupador tecnològic públic amb el segell TECNIO.

L'ajut INNOTECH cobreix les despeses de personal (contractació i pagament de salaris d'investigadors, tècnics i personal auxiliar) i les de col·laboracions externes (contractació de Recerca i Desenvolupament i altres despeses de consultoria i assessorament).

Nuclis d'R+D empresarial: És un ajut a fons perdut de fins a 150.000 euros per finançar productes o serveis tecnològics d'alt risc. Es pot percebre sempre i quan els projectes finançats siguin innovadors, els portin a terme empreses amb un mínim de 3 anys de vida i amb bones condicions financeres, es desenvolupin a Catalunya i en un termini de 3 anys i que tinguin un cost superior als 150.000 euros. Els projectes poden ser desenvolupats per una sola empresa o per varies si han signat un acord d'agrupació. Hi han dues modalitats:

·Nuclis d'R+D empresarial internacional: Si els projectes desenvolupats tenen impacte al territori però també abast internacional gràcies a la col·laboració entre empreses catalanes i entitats (públiques i/o privades) alemanyes, franceses, israelianes, sudcoreanes o quebequeses.

·Nuclis d'R+D empresarial locals: Si els projectes de R+D són desenvolupats totalment per empreses que tinguin l'establiment productiu a Catalunya.

Aquest ajut ve complementat per una sèrie de serveis com un ajut de disseny i suport dels projectes, l'assessorament professional per accedir a les deduccions fiscals associades als projectes de R+D, l'acompanyament de projectes al

CDTI¹³ quan a un projecte no se li ha concedit l'ajut per falta de pressupost, la cerca de socis estrangers per desenvolupar projectes tecnològics internacionals o el seguiment personalitzat del projecte per part d'un tècnic des de l'aprovació del projecte fins al final del procés de certificació tècnica i administrativa. Gràcies a aquest ajut s'ha aconseguit que 16 empreses catalanes inverteixin 4,2 milions d'euros (1,75 milions provinents d'ACCIÓ) per impulsar projectes d'R+D en l'àmbit de l'economia circular dels residus en el període 2021-2024.

Préstecs en condicions preferents: Aquests préstecs estan destinats a finançar projectes empresarials relacionats amb la Indústria 4.0. Les empreses que poden accedir-hi són les empreses industrials, tant si són empreses ja establertes com si són de nova creació. Les empreses de serveis a la producció també poden demanar aquests préstecs sempre que més del 50% de la seva facturació provingui d'empreses industrials.

El crèdit presenta unes condicions favorables, ja que disposa d'una bonificació del 2% dels tipus d'interès, fent que aquest sigui el Euribor a 12 mesos i uns terminis d'amortització de 10 anys amb 2 anys de carència. Per poder accedir a aquest crèdit, el projecte presentat ha de tenir un import mínim de 3,5 milions d'euros en el cas de les grans empreses i de 500.000 euros en el cas de les pimes. El crèdit cobreix com a màxim el 80% del cost del projecte

Els projectes empresarials d'inversió i desenvolupament que poden estar subvencionats són:

- *La digitalització de la indústria a través de la connectivitat, les TIC i la robòtica
- *L'increment o manteniment de la capacitat productiva de l'empresa.
- *La creació o el manteniment de l'ocupació.
- *La dinamització de l'activitat productiva en la cadena de valor.
- *La contribució al reequilibri territorial en l'àmbit industrial.
- *La reindustrialització de centres de producció tancats o deslocalitzats.
- *La implementació de noves indústries.

b)Assessorament, formació i orientació: El programa ProACCIÓ 4.0 ofereix assessorament i cursos formatius a aquelles empreses que estiguin interessades en apostar per l'adopció dels plantejaments i les tecnologies facilitadores de la indústria 4.0 com a estratègia competitiva.

¹³ CDTI: Centre per al Desenvolupament Tecnològic i Industrial.

En matèria d'assessorament, el programa ProACCIÓ 4.0 posa en contacte les empreses que volen introduir tecnologies 4.0 en la seva cadena de valor amb les entitats TECNIO que tenen la capacitat d'introduir aquestes noves tecnologies a l'empresa, així com un cercador web de tecnologies facilitadores que permet trobar quines tecnologies són més adients per l'empresa, segons la seva branca industrial i les seves pròpies característiques internes. Al mateix temps, s'ofereix el programa ACTIVA Indústria 4.0, un programa dissenyat pel govern espanyol d'assessorament especialitzat i que es fa a través de consultories expertes en la implementació de projectes 4.0, aquest programa permet a les empreses tenir un diagnòstic de situació i un pla de transformació on són presents les tecnologies facilitadores que tindran un millor desenvolupament a l'empresa.

L'assessorament es complementa amb un servei de formació que disposa de cursos formatius, impartits tant per ACCIÓ com per entitats externes com la Escuela de Organización Industrial, aquests cursos permeten formar als directius i als treballadors de les empreses en els àmbits de la digitalització empresarial o el desenvolupament de noves dinàmiques de creixement a través de les IOT, la IA, el *cloud computing* o la ciberseguretat.

El programa ProACCIÓ també contempla l'organització de conferències on es presenten els programes i els plans per potenciar la indústria 4.0 com a eina clau per a la transformació de l'economia catalana, en aquests actes participen tècnics d'ACCIÓ, les organitzacions empresarials i empreses, tant nacionals com estrangeres.

En l'àmbit de la intel·ligència artificial, s'ha fundat el CIDAI¹⁴, una institució amb finançament publicoprivat (1,8 milions d'euros d'origen privat i 1,2 milions d'euros aportats per la Generalitat de Catalunya) que promourà l'adopció de l'IA a Catalunya.

Imatge 1. Programa ProACCIÓ 4.0. Font: ACCIÓ



¹⁴ CIDAI: Centre of Innovation for Data Tech and Artificial Intelligence.

2.3. Mesures privades

En aquest subapartat s'exposaran les mesures que han impulsat les organitzacions empresarials catalanes més importants (Foment del Treball i PIMEC) per la seva pròpia banda en l'àrea de la indústria 4.0.

PIMEC, al ser la patronal de les pimes, que en termes generals són les que tenen menor capacitat per adoptar les innovacions 4.0, s'ha centrat en fomentar la digitalització dels seus membres més que fomentar altres aspectes com la fabricació additiva o la robòtica, tot i això també ha impulsat cursos de formació, fòrums i informes sobre la indústria 4.0.

Aquest impuls de la digitalització de les pimes s'està fent a través d'oferir a les pimes serveis d'emissió i renovació de certificats digitals, de màrqueting digital o d'assistència tecnològica, però sobretot a través del disseny d'eines electròniques com:

Pimec.iAccessos: App per facilitar el registre d'entrades i sortides dels treballadors i evitar sancions per incompliment de les lleis sobre el registre horari. També elabora informes sobre la jornada laboral i les incidències en els accessos.

DevoluIVA: Aplicació mòbil que digitalitza tots els tiquets de les despeses professionals emesos per una xarxa de 38.000 establiments adscrits a l'app, amb l'objectiu de recuperar l'IVA suportat de forma més ràpida. A través d'una foto feta amb el *smartphone*, els tiquets es transformen en factures electròniques que després es poden incorporar als programes de comptabilitat.

Pimefactura Integrat: Programa informàtic que automatitza l'enviament de factures electròniques als clients, deixant constància que la factura ha estat enviada, reduint així despeses d'enviament, material i paper, així com el risc de morositat dels clients.

PIMEC Facturafy: Programa de comptabilitat disponible per mòbil, tauleta o ordinador que permet gestionar la facturació i el pagament d'impostos de forma més ràpida i senzilla gràcies al registre de diferents models de factures i impostos predeterminats però també pel seu elevat nivell de personalització i la possibilitat de generar informes i ratis setmanals, mensuals, trimestrals o anuals.

Pel que fa a Foment del Treball, la patronal catalana de les grans empreses ha elaborat informes d'anàlisi econòmic centrats en la innovació i la bretxa de talent digital a Catalunya. També ha impulsat iniciatives específiques en tres àrees: indústria 4.0, societat digital i innovació.

A l'àrea de la indústria 4.0, Foment porta des del 2014 organitzant el *Industrial Meeting*, un fòrum on s'exposen casos reals d'aplicació d'innovacions 4.0 als models de negoci d'empreses i sectors i es debat sobre l'impacte econòmic que aquestes tecnologies poden tenir en el conjunt de la economia catalana.

A les àrees de societat digital i innovació s'han dissenyat les següents línies d'actuació:

Línies d'actuació en l'àmbit de societat digital:

- Fomentar la incorporació de tecnologies i estratègies que facilitin la digitalització empresarial de les empreses i la creació de talent.
- Promoure el coneixement de les noves tecnologies a les pimes i analitzar el suport que necessiten per la implementació.
- Promoure la incorporació progressiva de tots els actors principals de l'economia digital.
- Defensar un marc legal que incentivi la innovació així com fer seguiment i participar del desenvolupament legislatiu per la digitalització de la indústria.
- Impulsar la capacitació, atracció i retenció de talent digital.

Línies d'actuació en l'àmbit d'innovació:

- Posicionar Catalunya i Barcelona com a *hubs* d'innovació de referència.
- Acompanyament i impuls a la innovació empresarial.
- Millorar l'intercanvi de coneixement entre els actors de l'ecosistema (empreses, universitats, centres de recerca i altres institucions amb propostes innovadores).
- Donar a conèixer els programes de suport a la innovació.
- Fomentar la col·laboració entre corporacions i *startups*.

IV. SUCADE: EXEMPLE D'UNA EMPRESA AMB ESTRATÈGIA 4.0.

En aquest apartat s'analitzarà l'empresa SUCADE SL, posant especial èmfasi en l'estratègia de modernització que va iniciar fa 13 anys, observant quins principis de disseny i tecnologies propis de la indústria 4.0 ha anat adoptant. En aquest anàlisi també es tindran en compte tant les dificultats que ha anat trobant l'empresa durant aquest procés com les condicions d'èxit inicials de les que partia. A l'últim apartat s'exposaran els resultats per veure si l'impacte d'aquesta estratègia ha donat els fruits desitjats i el seu efecte ha sigut suficientment positiu com per compensar la inversió feta.


1. Presentació i dades de l'empresa

SUCADE SL és una empresa ubicada al municipi de El Papiol, comarca del Baix Llobregat. La seva activitat econòmica es fonamenta sobre tres eixos:

- La comercialització i confecció de peces de plàstic amb control numèric.
- El subministrament industrial de productes tècnics pel manteniment industrial i la fabricació d'equips.
- La distribució d'articles per a la transmissió de potència i transport.

El quadre 2 presenta les dades generals de l'empresa que, tal i com podem veure, és una petita i mitjana empresa formada per 25 treballadors.

Quadre 2. Dades econòmiques de SUCADE SL. Font: Elaboració pròpia.

Raó social	<i>Suministros y Cadenas SL</i>
Domicili social	Carrer Indústria, 43-POL. INDUSTRIAL SUD, El Papiol, 08754
Activitat	Comerç a l'engròs de inter-industrial (excepte mineria i química) i d'altres productes, maquinària i material ncop
Dimensió	Petita empresa
Rang de vendes	3.000.000€-6.000.000€
Nº treballadors	25
Logo	

2. Diversificació comercial i procés de modernització

Des de la seva fundació l'any 1990 fins a principis del segle XXI, el 90% dels ingressos de SUCADE derivaven de la comercialització, fabricació i modificació de cadenes de transport i transmissió de potència d'alta qualitat, com els models alemanys *Wippermann®* o *Witra®*, però l'entrada al mercat català de les cadenes de transport xineses, més competitives gràcies al seu baix preu, van provocar un estancament de les vendes de l'empresa en els anys 2002 i 2003.

Davant d'aquest fet Ramon Prat, gerent de l'empresa, va decidir l'any 2004 fer un gir en l'estratègia comercial de SUCADE. La nova estratègia es basava en diversificar la gamma de productes que oferia als seus clients, apostant pel subministrament de productes tècnics no metàl·lics (plàstics, elastòmers...) pel manteniment industrial i la producció d'equips i reduint les activitats relacionades amb les cadenes de transport i transmissió de potència, cada cop més dominades pels productes xinesos.

Aquesta diversificació del negoci va ser clau per SUCADE, ja que per una banda es va aconseguir reduir la importància que tenien les vendes de cadenes de transport sobre el total de les vendes de l'empresa en el període 2004-2008 (actualment només suposa el 5% dels ingressos de l'empresa) i, per l'altra, va permetre que l'empresa iniciés una relació de forta col·laboració comercial amb Álvaro Beas, un enginyer industrial especialitzat en el sector dels plàstics. La culminació d'aquesta relació es va donar quan SUCADE va incorporar a Álvaro Beas com a soci i enginyer de l'empresa l'any 2008.

Aquell any es pot considerar com la data d'inici del procés de modernització de SUCADE, ja que és quan l'empresa comença a establir progressivament, i fins a dia d'avui, una sèrie de innovacions productives, tècniques i organitzatives, algunes d'elles pròpies de la indústria 4.0. Aquest procés de modernització ha sigut progressiu perquè cada inversió en maquinària feta o cada canvi organitzatiu aplicat ha comptat sempre amb l'anàlisi d'un gestor econòmic que estudia la viabilitat i el benefici potencial.

La primera d'aquestes innovacions va ser la creació d'un departament de I+D dirigit per Álvaro Beas, que ofereix un servei tècnic en els àmbits d'assessorament i disseny de productes pels clients de l'empresa. Aquest servei juntament amb l'aposta per una estratègia de competitivitat via qualitat (important matèries primes i productes semi-elaborats de proveïdors alemanys, anglesos, belgues i japonesos) van afavorir a la diferenciació de SUCADE entre els seus competidors i que ens els anys més durs de la crisi econòmica del 2008 (2009-2014) l'empresa no deixes de créixer.

L'any 2014 s'inicia el procés de innovació tècnica amb la decisió de renovar el parc de maquinària del que disposava l'empresa. La renovació es va fer amb l'objectiu de poder mecanitzar la matèria prima i els productes semielaborats en peces acabades amb major precisió i qualitat. Les màquines convencionals que s'utilitzaven per a la mecanització i modificació van ser venudes i substituïdes per màquines de control numèric (torns, centres de mecanitzat de 3 i 5 eixos, màquines de tall tangencial, màquines de tall per làser). També es va adquirir una impressora 3D de tipus FDM¹⁵, que va ajudar a que el departament de I+D pogués oferir nous serveis tècnics als clients com el prototipatge o la fabricació de motlles.

¹⁵ FDM: Modelat per disposició fossa, és el tipus de fabricació additiva més comuna. Normalment utilitza els termoplàstics per fer les peces.

En el període 2014-2019 SUCADE va seguir invertint en tecnologia amb la compra de dos impressores 3D de tipus SLA¹⁶ i amb la construcció d'una màquina de CNC¹⁷ de disseny propi per a la mecanització de peces de grans dimensions. Totes les màquines CNC com les impressores 3D compten amb els programes de fabricació digital CAD i CAM.

El cost aproximat de la renovació de tot el parc de maquinària va ser de 800.000€, optant per finançament aliè o propi segons el preu de les màquines:

Màquines amb un preu inferior als 25.000€ → Finançament propi (al comptat)

Màquines amb un preu superior als 25.000€ → Finançament aliè (lísing)

Cal destacar que en tot aquest període SUCADE mai va optar per la compra de robots ja que la seva estratègia productiva s'ha basat sempre en petites sèries de producció de gran qualitat i no en grans sèries estandarditzades.

Però des del 2014 SUCADE no només ha iniciat una modernització tècnica sinó també una modernització organitzativa, ja que a mesura que ha anat renovant el seu parc de maquinària també ha optat per l'ús de software tant pel procés productiu (sistema intern de traçabilitat format per arxius d'ordres de fabricació que recull informació dels errors gràcies a un nº de control) com en el departament comercial (software intern d'elaboració de pressupostos amb una gran base de dades i enllaçat amb el estoc que calcula automàticament el preu unitari de cada peça segons el material utilitzat, les seves mides, la maquinària utilitzada i el temps necessari).

Tot i l'impacte de la pandèmia de la Covid-19, SUCADE ha seguit apostant per una estratègia d'innovació i diferenciació amb els seus competidors. Prova d'aquesta estratègia és l'adquisició d'una nova impressora 3D de tipus SLS i d'un injector de plàstics, que permetrà al departament de I+D no només fabricar motlles sinó també poder fabricar petites sèries de peces, un procés que fins ara depenia de tercers. També s'ha creat una pàgina web de e-commerce a través d'una filial formada per Ramon Prat i Álvaro Beas amb l'objectiu de poder exportar a altres parts d'Espanya i a l'estranger i oferir els seus serveis de I+D també a particulars.

En els pròxims anys SUCADE vol seguir tenint un model de creixement intensiu, per això té entre les seves pròximes maniobres instal·lar una pantalla localitzadora que a través de càmeres, *wearables* pels treballadors i sensors per les màquines pugui controlar a temps real qui està amb cada màquina i que està fent en cada moment. També s'està estudiant la introducció del etiquetatge intel·ligent en els seus productes per tal que els clients puguin rebre tota la informació relacionada amb el producte que han comprat. Organitzativament, es vol contractar un enginyer que doni suport al departament de I+D, per això ja s'ha incorporat

¹⁶ SLA: Tipus de fabricació additiva basada en un raig làser que va solidificant les diferents capes de resina per fabricar l'objecte.

¹⁷ CNC: Control numèric.

un estudiant d'enginyeria industrial en pràctiques per anar-lo formant i poder disposar immediatament d'ell quan acabi la carrera.

En el següent quadre es pot veure un resum sobre quin és el nivell d'implementació de la indústria 4.0 que té SUCADE:

Quadre 3. Indústria 4.0 a SUCADE SL. Elaboració pròpia.

Tecnologies facilitadores de la indústria 4.0 de les que disposa SUCADE	Tecnologies de transmissió de dades i localització ¹⁸ , entorns IT (ordinadors, programes interns de facturació i control de la producció), impressores 3D (FDM, SLA i SLS), arxius d'impressió 3D (CAD/CAM).
Tecnologies facilitadores de la indústria 4.0 que adquirirà SUCADE	<i>Wearables</i> , etiquetatge intel·ligent.
Objectius de la indústria 4.0 assolits per SUCADE	Monitorització de màquines i processos, fabricació personalitzada, servitització, traçabilitat i fabricació zero defectes.
Serveis tècnics relacionats amb la indústria 4.0 que ofereix SUCADE	Departament de I+D amb els serveis d'assessorament, coenginyeria, codisseny, cofabricació, prototipatge i <i>e-commerce</i> ¹⁹ .

3. Problemàtiques

Com passa en tots els processos de canvi, SUCADE es va anar trobant amb problemes mentre anava realitzant les etapes del seu procés de modernització. Tot i això cal destacar que gràcies a la seva ínfima quantitat (dos grans problemes en 13 anys) i a la seva ràpida solució, aquests inconvenients han generat més incertesa a curt termini que no un impacte negatiu permanent en el temps que pogués posar en risc l'aplicació de tot el pla de modernització. De fet, Ramon Prat, gerent de l'empresa va afirmar que: *“hem tingut la gran sort que en aquests últims 13 anys tot ha anat sobre rodes, només hem hagut de fer front a alguns problemes puntuals i tot el que ens hem proposat ho hem pogut portar a terme de forma exitosa”*.

El primer problema al que va haver de fer front SUCADE a l'inici del seu procés de modernització va ser la caiguda de facturació de l'empresa l'any 2008. Aquesta caiguda va ser provocada, en diferent mesura, per dos causes, una d'externa i una d'interna. La causa externa va ser l'inici de la crisi econòmica de l'any 2007, que va provocar una caiguda generalitzada de les facturacions de les empreses, mentre que la causa interna van ser els canvis organitzatius

¹⁸ Les tecnologies de transmissió de dades més conegudes són el WIFI o el 4G, mentre que un exemple de tecnologia de localització és el GPS.

¹⁹ *E-commerce*: Comerç electrònic.

(incorporació de l'enginyer Álvaro Beas, creació del departament de I+D) que va fer l'empresa durant l'any 2008. La instauració d'aquells canvis van necessitar un temps d'adaptació per a que fessin efecte i es van veure com un cost d'oportunitat que l'empresa havia d'assumir si volia establir uns bons fonaments per a la seva estratègia de creixement. Amb les sinergies ja creades, la facturació de SUCADE de l'any 2009 va créixer un 25% i va seguir aquest ritme de creixement els anys següents.

L'altre problema que ha patit SUCADE durant aquests anys ha sigut la logística. La necessitat comercial de disposar d'un estoc amb gran varietat de materials i productes semielaborats, juntament amb la renovació i ampliació del parc de maquinària iniciada l'any 2014 van provocar que la capacitat de la nau on estava establerta SUCADE quedés molt limitada, arribant fins i tot a dificultar el procés productiu o la gestió de l'estoc. Davant d'aquest problema, al juny del 2019 es va optar per llogar la nau original i traslladar-se a una nau més gran del mateix polígon industrial.

4. Condicions d'èxit

Si SUCADE ha pogut dur a terme la seva modernització i transició cap a la indústria 4.0 de forma exitosa ha sigut gràcies no només a les decisions que s'han anat prenent en matèria organitzativa i tècnica, sinó també per les condicions inicials de les que partia l'empresa l'any 2008 i que la dotaven d'una certa estabilitat econòmica.

La primera condició que ha afavorit el bon desenvolupament del pla de modernització és la situació geogràfica de l'empresa i la seva tipologia. SUCADE està establerta a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, la zona amb la indústria més dinàmica i diversificada de Catalunya. Aquesta situació i el fet que SUCADE sigui una empresa de subministrament industrial li ha permès històricament tenir accés a una gran diversitat sectorial en la seva cartera de clients, fent així que la seva facturació no depengués exclusivament de la conjuntura d'una branca industrial en concret.

Un altre factor a tenir en compte és que SUCADE actua en una branca industrial molt concreta amb una presència de competència inferior que a la dels altres sectors industrials, això ha afavorit a que la seva aposta per una competitivitat via qualitat hagi tingut uns resultats més profitosos que si hagués actuat amb un sector amb major competència i on l'elasticitat del preu dels clients fos més elevada.

La situació prèvia de l'empresa en matèria de capital humà i tècnic també va afavorir al bon desenvolupament del pla de modernització. Abans del 2008, SUCADE ja comptava amb una considerable mecanització del seu procés productiu (plegadores, soldadores, extrusores, canviadores, etc.) i una plantilla amb un alt nivell de formació, on tots els treballadors (inclòs el gerent Ramon Prat) havien cursat formació professional especialitzada en el sector de la mecanització i modificació de productes tècnics. L'experiència acumulada i els coneixements del sector van ajudar a que les introduccions dels canvis organitzatius i tècnics tinguessin una

ràpida implementació i que la transició cap a un sistema productiu més modern es pogués realitzar sense grans inconvenients.

L'última condició d'èxit a destacar va ser l'aplicació d'una política de cobrament amb un termini màxim de 60 dies i basada en pagaments inicials al comptat i pagaments posteriors a través d'entitats asseguradores de crèdit com COFACE. Aquesta estricta política va aconseguir que es reduís el risc d'impagament dels clients i assegurar la facturació, dotant així a SUCADE d'una estabilitat econòmica amb unes reserves suficients que li van permetre encarar de la millor manera el procés de modernització.

5. Resultats

El procés de modernització de SUCADE iniciat a l'any 2008 ha permès que l'empresa hagi millorat totalment la seva situació des del punt de vista tècnic, però també quantitatiu i qualitatiu.

5.1. Resultats tècnics

Gràcies a la maquinària adquirida i a la creació del departament de I+D, SUCADE ha aconseguit tenir la capacitat d'oferir als seus clients uns productes amb uns resultats d'alt rendiment i un alt valor afegit.

El seu extens parc de maquinària els ha permès controlar pràcticament la totalitat de processos de mecanització dels productes semielaborats en peça acabada, reduint la dependència de tercers i oferint així una gran agilitat en l'assistència i subministrament dels productes demandats pels clients. També s'ha ampliat la gamma de productes tècnics amb els que poden treballar com, per exemple, productes d'estanqueïtat, elastòmers, fibres de vidre, resines, sílice, plàstics tècnics o teixits tècnics.

L'adopció de tecnologies facilitadores 4.0 com la fabricació additiva i de serveis tècnics de la indústria 4.0 com el prototipatge, la producció sota demanda o el codisseny²⁰ ha provocat no només que SUCADE hagi assolit alguns dels objectius de la indústria 4.0 (monitorització de màquines i processos, fabricació personalitzada, servitització, fabricació zero defectes) sinó també ha dotat a l'empresa del capital humà i tècnic necessari per, tot i ser una pime, poder crear marques registrades com *Durolite*® o *Durobliss*® amb l'objectiu de protegir la qualitat dels seus productes o participar en projectes d'alt nivell tecnològic, com és el cas de la construcció de components de plàstic tècnic per un submarí de petites dimensions que utilitza el *big data* per a la instal·lació de parcs eòlics al mar.

SUCADE també ha assolit un elevat grau de flexibilitat productiva. Aquesta flexibilitat s'ha pogut veure tant quan l'empresa va fer el trasllat de l'antiga nau a l'actual sense aturar en cap moment la producció, com amb la COVID-19, on tot i l'establiment de normes de contenció de

²⁰ Codisseny: Disseny d'un producte a partir de la col·laboració entre el proveïdor i el client amb l'ús d'eines tecnològiques.

la pandèmia (teletreball pels departaments comptable i comercial i aplicació de 2 torns pels treballadors tècnics), la producció va augmentar un 0,18%.

5.2. Resultats quantitatius

L'estratègia basada en la inversió en tecnologia i en una diferenciació via qualitat ha tingut un impacte rellevant sobre les variables econòmiques més rellevants des del punt de vista empresarial en el període 2009-2019:

Facturació: Creixement mig anual del 12%, sent el seu millor any el 2019 quan van arribar a cobrir un volum de 10.000 comandes.

Beneficis: Creixement mig anual del 43%. Marges de beneficis del 45%.

Productivitat: Millora en més del doble respecte als nivells del 2008 (gràcies a la reducció dels terminis de producció i al nº de peces defectuoses).

El bon ritme de creixement de l'empresa i l'ampliació del parc de maquinària s'ha traduït en un augment de la plantilla, passant de 10 treballadors l'any 2008 a 25 treballadors l'any 2020. Aquesta ampliació de plantilla ha vingut acompanyada també d'una millora de les condicions laborals dels treballadors com, per exemple, oferir als treballadors una hora retribuïda els divendres per fer un vermut a compte de l'empresa, disposar de fruita fresca setmanalment o contractar un servei de renta-cotxes pels treballadors.

Per últim, cal destacar que la inversió desemborsada per renovar el parc de maquinària de l'empresa es va amortitzar en només 3 anys gràcies a que van ser inversions de poc risc pel seu alt retorn i que totes les màquines que es van adquirir ja estan pagades.

5.3. Resultats qualitatius

La estratègia de diferenciació via qualitat i l'absència de competència que pugui competir amb ells tècnicament han fet que SUCADE hagi millorat la seva posició en el sector en el que actua, passant de ser una empresa estàndard a ser l'empresa referent.

El renom aconseguit pel servei personalitzat i l'alt valor afegit dels seus productes ha fet que tot i oferir uns serveis i uns productes amb un preu elevat, SUCADE hagi ampliat i diversificat la seva cartera de clients, tenint clients de pràcticament totes les branques industrials existents a Catalunya, d'entre aquests clients destaquen Fluidra, Europastry, Carolina Herrera, Metalquimia, Tecnical, Mecalex, SEAT o Nissan.

Aquesta cartera de clients, juntament amb els bons resultats econòmics obtinguts per l'empresa en el període 2009-2019, han donat a SUCADE una estabilitat financera sòlida que fa que l'empresa no tingui ni deutes amb entitats bancàries (excepte algun lísing) ni pràcticament costos financers. També l'han dotat d'una forta resistència davant de les crisis, prova d'aquesta resistència és que la pandèmia de la Covid-19 ha tingut un impacte mínim a SUCADE si ho comparem amb el conjunt del teixit productiu català, ja que l'any 2020 la facturació només va caure un 11%, es va tancar l'exercici amb beneficis i no es van haver

d'aplicar mesures d'ajust de plantilla, retallades de costos ni demanar crèdits per problemes de liquiditat. De fet, SUCADE està actualment fent reformes a la nova nau i planificant noves inversions en tecnologia per diferenciar-se encara més dels seus competidors i seguir fent passos en la seva transició cap a la indústria 4.0.

V. CONCLUSIONS

La indústria 4.0 suposa un canvi de paradigma en el model de producció manufacturera internacional, on progressivament s'apostarà per una competitivitat via qualitat on el principal atractiu dels productes siguin la seva qualitat, durabilitat en el temps i el capital humà invertit, i restant pes a una competitivitat via preus que, tot i que ha permès fer la revolució industrial als països emergents, es manté gràcies a unes condicions laborals pèssimes en els països emergents i en un sistema de producció que genera grans externalitats negatives sobre el medi ambient.

Alguns dels objectius que planteja la indústria 4.0 com la fabricació zero defectes o l'optimització d'energia són compatibles amb la transició cap a un model productiu més respectuós amb el medi ambient. Tot i això, la compatibilitat entre la indústria 4.0 i la lluita contra el canvi climàtic dependrà de que les noves màquines i innovacions tècniques que es van desenvolupant hagin sigut fabricades seguint processos que compleixin al màxim els estàndards mediambientals, que la electricitat que les mogui provingui de fonts renovables i que quan s'esgoti la seva vida, es gestioni la seva retirada seguint els principis de l'economia circular.

Pel que fa a la indústria catalana, els seus trets característics han creat una base sòlida per a que les innovacions de la indústria 4.0 cada cop estiguin més establertes i ajudin així a millorar el funcionament de totes les branques industrials que té el sistema secundari català. La col·laboració públic-privada i les mesures que s'estan aplicant en aquest àmbit com el crèdit en condicions favorables per finançar els projectes d'innovació o la creació d'eines que afavoreixin la digitalització de les empreses ajudaran a que l'economia catalana pugui anar fent la transició cap a la economia 4.0 de la millor manera.

Finalment, l'empresa SUCADE SL ha demostrat que l'aposta per una diferenciació basada en el capital humà i el valor afegit dels seus productes, juntament amb la implementació d'una política d'inversió en tecnologies 4.0 progressiva i ben planificada és la millor estratègia que pot aplicar una pime d'una branca industrial molt concreta per a millorar la seva posició relativa, afavorir el creixement de la facturació i ampliar plantilla, demostrant així que l'adopció de tecnologies pròpies de la quarta revolució industrial genera a mig-llarg termini un impacte positiu suficientment important a la cadena de valor d'una empresa com per compensar la forta inversió inicial.

VI. BIBLIOGRAFIA

ACCIÓ (2020). *La revolució de les fàbriques intel·ligents*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <http://www.accio.gencat.cat/ca/sectors/industria-40/> [Consulta: 3/2/2021]

ACCIÓ (2020). *Big data, intel·ligència artificial i internet of things - Cap a un món hiperconnectat*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <http://www.accio.gencat.cat/ca/sectors/big-data/> [Consulta: 3/2/2021]

ACCIÓ (2020). *TIC i transformació digital- Creativitat en constant evolució*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <http://www.accio.gencat.cat/ca/sectors/tic/> [Consulta: 3/2/2021]

ACCIÓ (2020). *La tecnologia més adient per al teu negoci*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <http://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/innovacio/tecnologia-per-a-lempresa/tecnio/> [Consulta: 3/2/2021]

ACCIÓ (2020). *Servei de consultes tecnològiques*. Recuperat de: <http://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/innovacio/tecnologia-per-a-lempresa/servei-de-consultes-tecnologiques/> [Consulta: 3/2/2021]

ACCIÓ (2020). *Servei d'orientació en manufactura 3D*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <http://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/innovacio/tecnologia-per-a-lempresa/servei-dorientacio-en-manufactura3d/> [Consulta: 3/2/2021]

ACCIÓ (2020). *ProACCIÓ 4.0*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/innovacio/tecnologia-per-a-lempresa/proaccio-40/> [Consulta: 5/2/2021]

ACCIÓ (2020). *150 pimes reben un ajut de 14.000 euros per impulsar projectes de transformació digital*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <https://www.accio.gencat.cat/ca/accio/premsa-comunicacio/cercador-premsa-actualitat/article/20201305-balanc-proaccio40-2019> [Consulta: 5/2/2021]

ACCIÓ (2020). *16 empreses invertiran 4,2 milions d'euros per impulsar projectes d'R+D en l'àmbit de l'economia circular dels residus*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <https://www.accio.gencat.cat/ca/accio/premsa-comunicacio/cercador-premsa-actualitat/article/20122020-nuclis-economia-circular-residus> [Consulta: 5/2/2021]

ACCIÓ (2020). *17 empreses i les seves solucions en Indústria 4.0 a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/17-empreses-solucions-industria-40-Catalunya> [Consulta: 3/2/2021]

ACCIÓ (2019). *La indústria 4.0 a Catalunya: Píndola sectorial*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/pindoles/Industria-4.0_Pindola_Sectorial_2018.pdf [Consulta: 1/2/2021]

ACCIÓ (2017). *Mapeig i anàlisi de la Indústria 4.0 a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/informes_sectorials/Mapa-Industria40.pdf [Consulta: 1/2/2021]

Alfonso Ruiz, F.J., Martínez Caro, E., Gabriel Cegarra, J. (2016). *La transformación digital de los sistemas lean a través de la industria 4.0. Un caso práctico*. Economía Industrial. Recuperat de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/409/ALFONSO,%20MART%C3%8DNEZ%20Y%20CE-GARRA.pdf> [Consulta: 21/12/2020]

Ayerbe, A. (2018). *La ciberseguridad de la industria 4.0: Un medio para la continuidad del negocio*. Economía Industrial. Recuperat de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/410/ANA%20I%20AYERBE.pdf> [Consulta: 13/12/2020]

Blanco, R., Fontrodona, J., Poveda, C. (2017). *La industria 4.0: El estado de la cuestión*. Economía Industrial. Recuperat de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf> [Consulta: 7/12/2020]

Cano, J.L. (2018). *La revolución del "Internet of Things"*. Harvard Deusto. Recuperat de: <https://www.harvard-deusto.com/la-revolucion-del-internet-of-things> [Consulta: 9/12/2020]

Deloitte Spain (2018). *El potencial de la Cuarta Revolución Industrial - Informe Industrial 4.0*. Recuperat de: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/potencial-cuarta-revolucion-industrial.html> [Consulta: 7/12/2020]

Deloitte Spain (2016). *Índice de Competitividad Manufacturera*. Recuperat de: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/indice-de-competitividad-de-la-industria-manufacturera.html> [Consulta: 5/12/2020]

Empresite (2020). *Suministros y Cadenas SL*. Recuperat de: <https://empresite.eleconomista.es/SUMINISTROS-CADENAS.html> <https://www.sucade.es/es/> [Consulta: 9/1/2021]

Foment del Treball Nacional. *Comissió d'Innovació*. Recuperat de: <https://www.foment.com/innovacio/> [Consulta: 9/2/2021]

Foment del Treball Nacional. *Comissió d'Indústria*. Recuperat de: <https://www.foment.com/industria/> [Consulta: 9/2/2021]

Foment del Treball Nacional. *Comissió de Societat Digital*. Recuperat de: <https://www.foment.com/societat-digital/> [Consulta: 9/2/2021]

Fontrodona, J., Hernandez, J. (2018). *L'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya*. Scipedia. Recuperat de: https://www.scipedia.com/public/Fontrodona_2018a# [Consulta: 1/2/2021]

Gencat (2020). *Estratègia d'Intel·ligència Artificial de Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <https://web.gencat.cat/ca/actualitat/detall/Estrategia-dIntelligencia-Artificial-de-Catalunya> [Consulta: 3/2/2021]

Küpper, D., Knizek, C., Kuhlmann, K., Rachidi. (2020). *Putting Industry 4.0 to Work*. Boston Consulting Group. Recuperat de: <https://www.bcg.com/en-es/capabilities/manufacturing/industry-4.0> [Consulta: 9/12/2020]

Küpper, D., Kuhlmann, K., Pieper, C., Burchardt, J., Schlageter, J. (2020). *The Green Factory of the Future*. Boston Consulting Group. [Consulta: 19/12/2020]: <https://www.bcg.com/en-es/publications/2020/green-factory-of-future>

Mahou, A. L., Díaz Pérez de Lama, S. (2017). *La cuarta revolución Industrial y la agenda digital de las organizaciones*. Economía Industrial. Recuperat de: <https://www.minco-tur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/408/MAHOU%20Y%20D%C3%8DAZ.pdf> [Consulta: 13/12/2020]

Maroto, C. (2019). *El salto del Big Data al Huge Data*. Harvard Deusto. Recuperat de: <https://www.harvard-deusto.com/el-salto-del-big-data-al-huge-data> [Consulta: 9/12/2020]

Pajares, R., Fernández, M. A., (2016). *La digitalización del mundo industrial*. Economía Industrial. Recuperat de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/FERNANDEZ%20Y%20PAJA-RES.pdf> [Consulta: 21/12/2020]

PIMEC. *Serveis Digitals*. Recuperat de: <https://www.pimec.org/ca/serveis-digitals> [Consulta: 9/2/2021]

PIMEC. *Tecnologia i Innovació*. Recuperat de: <https://www.pimec.org/ca/pimes-autonoms/serveis/tecnologia-innovacio> [Consulta: 9/2/2021]

PIMEC Formació. *Introducción a la Indústria 4.0*. Recuperat de: <https://www.pimec.org/es/pymes-autonomos/formacion/introduccion-industria-40> [Consulta: 9/2/2021]: [introduccion-industria-40](https://www.pimec.org/es/pymes-autonomos/formacion/introduccion-industria-40)

PIMEC (2019). *PIMEC Fòrum -Industria 4.0: la revolución digital aplicada a la fàbrica*. Recuperat de: <https://www.pimec.org/es/pymes-autonomos/agenda/pimec-forum-industria-40-revolucion-digital-aplicada-fabrica> [Consulta: 9/2/2021]

Poveda, C. (2020). *Quin és el pes de la indústria a l'economia catalana?*. Via Empresa. Recuperat de: https://www.viaempresa.cat/economia/pes-industria-economia-catalana_2127407_102.html [Consulta: 1/2/2021]

RODAL MONTERO, Enrique. *Indústria 4.0: conceptos, tecnologías habilitadoras y retos*. Madrid: Ediciones Pirámide, 2020. ISBN 978-84-368-4214-2. [Consulta: 15/11/2020]

Roig, C. (2018) *Industria 4.0: la cuarta (re)evolución industrial*. Harvard Deusto. Recuperat de: <https://www.harvard-deusto.com/industria-40-la-cuarta-re-evolucion-industrial> [Consulta: 6/12/2020]

Solà, J. (2016). *La indústria catalana: evolució recent, estructura sectorial i estructura empresarial*. Scipedia. Recuperat de: https://www.scipedia.com/public/Sola_2018a [Consulta: 1/2/2021]

Stock, T., Seliger, G. (2016). *Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0*. ScienceDirect. Recuperat de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221282711600144X?token=F5C2180B26F7459E78CDDCD608EB2A01E9AFB301371D173FB2203D0789890A1B7382DE5053A1AD36C19075CF2911B041> [Consulta: 19/12/2020]

World Economic Forum (2020). *Fourth Industrial Revolution*. Recuperat de: <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000001RIhBEAW?tab=publications> [Consulta: 29/11/2020]

Testimoni oral de Ramon Prat, gerent i soci de SUCADE SL des del 1990 i d'Álvaro Beas, enginyer i soci de SUCADE SL des del 2008. [Consulta: 13/1/2021]

